

Approved For Release 2009/07/16 : CIA-RDP80T00246A007300130002-5

**Page Denied**

Next 1 Page(s) In Document Denied

"ДОКЛАДЫ" *Tr. .*  
**ДОКЛАДЫ**  
**АКАДЕМИИ НАУК СССР**  
of the Academy of Sciences

1957

Том 118, № 8

Some Studies on the Fluorescence  
of Aromatic Amino Acids

Yu A. Vladimirov

Рассмотренные особенности годового хода температуры в некоторых районах Тихого океана в равной степени являются типичными и для других океанов, в которых имеются районы с соответствующими гидрометеорологическими условиями. Поэтому при изучении годовых колебаний температуры воды в поверхностном слое Мирового океана следует иметь в виду возможность встречи с любым из указанных типов.

Государственный океанографический институт  
Главного управления гидрометеорологической службы

Поступило  
24 I 1957

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 T. Skogsberg, Trans. Am. Phil. Soc. Philadelphia, 29 (1936).

Доклады Академии наук СССР  
1957. Том 116, № 5

Всесоюзное  
БИОФИЗИКА

Ю. А. ВЛАДИМИРОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ  
АМИНОКИСЛОТ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 30 V 1957)

Флуоресценция ароматических аминокислот наблюдалась Шором и Парди <sup>(1)</sup>; спектры флуоресценции изучались автором совместно с С. В. Коневым <sup>(2)</sup>, С. В. Коневым <sup>(3)</sup> и более тщательно Тилом и Вебером <sup>(4)</sup>. По-видимому, способность ароматических аминокислот флуоресцировать приводила к миграции энергии с этих аминокислот на акцептор энергии в опытах Бюхера и Касперса <sup>(5)</sup>, Баннистера <sup>(6)</sup>, Шора и Парди <sup>(7)</sup> и Конева <sup>(8)</sup>, осуществлявшейся по резонансному механизму <sup>(9)</sup>. Действительно, нами было показано, что при замене ароматических аминокислот флуоресцирующим красителем в качестве донатора энергии в системе СО — гемоглобин сохраняется способность передачи поглощенной энергии на гем <sup>(8)</sup>.

В настоящей работе мы поставили своей задачей изучить возможности передачи энергии кванта от различных донаторов на ароматические аминокислоты, которые высвечивают его в виде света люминесценции. Для опытов применялась установка, сходная с установкой Шора и Парди <sup>(1)</sup>, с использованием монодхроматора спектрофотометра СФ-4 для выделения возбуждающих линий и более мощного источника возбуждающего излучения — 1000-ваттной ртутной лампы (ПРК-7). Измерения интенсивности флуоресценции осуществлялись приемно-усилительной частью СФ-4. Для повышения точности измерений интенсивность флуоресценции растворов сравнивалась со стандартом. Для определения относительной интенсивности линий при измерении спектров возбуждения применялось урановое стекло ЖС-9, квантовый выход флуоресценции которого постоянен при возбуждении различными длинами волн в пределах исследуемой области <sup>(9)</sup>.

Рис. 1. Концентрационное тушение флуоресценции триптофана в растворе: 1 — при возбуждении длиной волны 280 м $\mu$ ; 2 — 254 м $\mu$ ; 3 — 265 м $\mu$

излучения — 1000-ваттной ртутной лампы (ПРК-7). Измерения интенсивности флуоресценции осуществлялись приемно-усилительной частью СФ-4. Для повышения точности измерений интенсивность флуоресценции растворов сравнивалась со стандартом. Для определения относительной интенсивности линий при измерении спектров возбуждения применялось урановое стекло ЖС-9, квантовый выход флуоресценции которого постоянен при возбуждении различными длинами волн в пределах исследуемой области <sup>(9)</sup>.

Для выяснения возможности переноса энергии между одинаковыми молекулами мы исследовали возможность концентрационного тушения флуоресценции аминокислот (тирофина, триптофана и фенилаланина) \* в 0,2 M водном растворе  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ . При использовании растворов, имеющих при

\* Использовались хроматографически однородные аминокислоты, дающие спектры поглощения и возбуждения люминесценции в растворах, сходные с литературными <sup>(4, 1)</sup>. Аминокислоты были любезно предоставлены нам Н. П. Мешковой и А. Н. Белозерским.

длине волны возбуждающего света оптическую плотность больше 1, и светофильтров, пропускающих только компоненту флуоресценции, не подвергающуюся реабсорбции (УФС-3 + БС-7 для триптофана, УФС-3 для тирозина и фенилаланина), нам удалось наблюдать небольшое концентрационное тушение в растворах триптофана и тирозина (рис. 1 и 2). В растворе фенилаланина эффекта не наблюдалось при возбуждении флуоресценции линией 253,7 м $\mu$  (рис. 2). Как видно из рис. 1 и 2, кривые концентрационного тушения имеют одинаковую форму для разных длин волн возбуждающего света. Это обстоятельство говорит в пользу того, что возможной причиной тушения является не образование ассоциатов аминокислот (°), а миграция энергии между молекулами.

В табл. 1 приведены относительные интенсивности флуоресценции порошков и растворов аминокислот. В случае порошков экстраполированием из области 320—570 м $\mu$ , где аминокислоты уже не поглощают, вводилась поправка на рассеянный и отраженный свет. Интенсивности флуоресценции приведены к 100% поглощения, т. е. представляют собой относительные

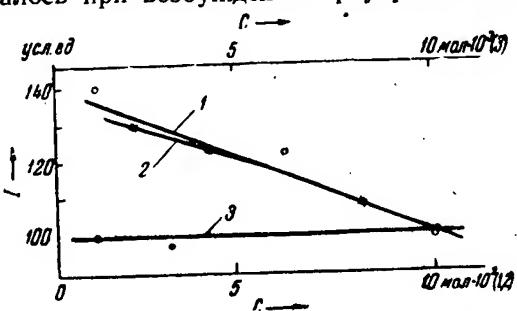


Рис. 2. Концентрационное тушение в растворе:  
1 — тирозин при возбуждении длиной волны 265 м $\mu$ ; 2 — тирозин при 280 м $\mu$ ; 3 — фенилаланин при возбуждении длиной волны 254 м $\mu$

Таблица 1  
Относительная интенсивность флуоресценций аминокислот в растворе и в сухом состоянии

Аминокислота	Фильтр, отсекающий возбуждающий свет	Полоса пропускания фильтра (в скобках максимум), м $\mu$	Интенсивность флуоресценции, усл. ед.		$\frac{I_2}{I_1}$
			раствор 0,1 M ( $I_1$ )	порошок ( $I_2$ )	
Триптофан	УФС-3	310—400 (360)	480	2500	5,3
Тирозин	УФС-3	310—400 (360)	120	78	0,6
Фенилаланин	УФС-3	310—400 (360)	5,6	330	58
	УФС-2+ФС-7	290—390 (347)	13	650	50

квантовые выходы растворенных и кристаллических аминокислот. Можно грубо оценить и величину абсолютного квантового выхода флуоресценции порошков (ср. с (°)), который в случае триптофана и фенилаланина имеет порядок единицы. Такое поведение молекул присуще ряду ароматических соединений, у которых оно обусловлено миграцией экситона.

Квантовый выход флуоресценции триптофана и фенилаланина в сухом состоянии оказался постоянным для ряда длин волн в области собственного поглощения: 230—290 м $\mu$  для триптофана и 230—270 м $\mu$  для фенилаланина. Кристаллический аланин и лизин не флуоресцировали в сухом состоянии, как и в растворе. Для выяснения возможности передачи энергии между разнородными молекулами аминокислот был поставлен опыт по изучению спектров возбуждения триптофановой флуоресценции системы фенилаланин—триптофан ( $1 \cdot 10^{-3}$  мол. фенилаланина +  $2,2 \cdot 10^{-3}$  мол. триптофана на 1 л 0,2 M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ). Не приводя полностью полученные кривые, отметим только, что наблюдаемый экранирующий эффект фенилаланина несколько ниже теоретического и меньше в более концентрированных

растворах. Так, для исходного раствора эффект оказался равным 85 и 86,5% от теоретического, а для раствора, разведенного в 5 раз, 94,2 и 93,5% для длин волн 253,7 и 265 м $\mu$ , соответственно\*.

Значительно более отчетливо сенсибилизированная фенилаланином флуоресценция триптофана может наблюдаться в смешанных кристаллах этих

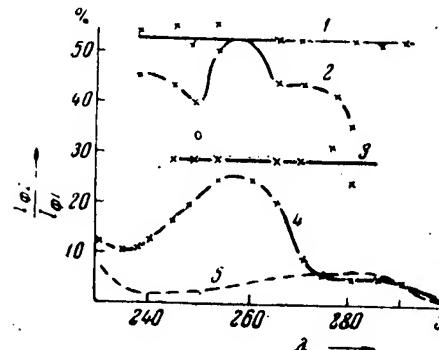


Рис. 3

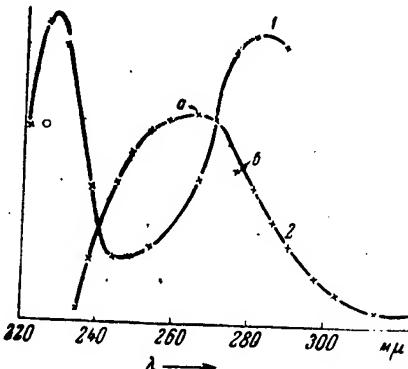


Рис. 4

Рис. 3. Люминесценция аминокислот в кристаллах. 1 — относительный квантовый выход флуоресценции триптофана; 2 — спектр возбуждения «триптофановой» флуоресценции смешанных кристаллов (с фильтром 2); 3 — спектральный состав флуоресценции смешанных кристаллов; 4 и 5 — спектры поглощения той же смеси и ее триптофановой компоненты в растворе

Рис. 4. Относительный квантовый выход белковой флуоресценции дрожжей (1) и спектр поглощения суспензии дрожжей относительно светорассеивающей суспензии  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (2); а — нуклеиновый, б — белковый максимумы в общем спектре поглощения

веществ, которые мы получали или осаждением их из водных растворов давлением 9 объемов ацетона или же путем непосредственного упаривания досуха водного раствора в вакууме. Мы измеряли спектры возбуждения флуоресценции таких осадков, применяя для отсекания возбуждающего света два светофильтра: фильтр 1 (ФС-7 + УФС-2), пропускающий флуоресценцию и фенилаланина и триптофана, и фильтр 2 (УФС-3 + БС-7), который пропускал почти исключительно флуоресценцию триптофана (максимумы пропускания соответственно 344 и 370 м $\mu$ ). Отношение интенсивностей флуоресценции, пропускаемых этими фильтрами,  $I_F/I_F$ , служило спектральной характеристикой флуоресценции. Полученные данные представлены на рис. 3 и в табл. 2, из которых видно следующее:

1. Спектральный состав люминесценции осадков одинаков при возбуждении светом различных длин волн; он близок спектральному составу испускания триптофана и резко отличается от флуоресценции фенилаланина.

2. Относительная интенсивность флуоресценции смеси больше при возбуждении линией 254 м $\mu$ , чем линией 280 м $\mu$ , той же интенсивности (по числу квант в единицу времени), хотя в опытах на долю триптофана при 254 м $\mu$  приходилось лишь около 10%, а при 280 м $\mu$  — 100% от общего поглощения света в системе (см. рис. 3).

Таким образом кванты, поглощенные в системе как фенилаланином, так и триптофаном, высвечиваются в виде флуоресценции триптофана, и мы имеем, по-видимому, дело с миграцией энергии от фенилаланина на триптофан, которая, вероятно, осуществляется по механизму экситона (на каждую молекулу триптофана приходилось  $10^3$  молекул фенилаланина).

Большой интерес представляет вопрос о переносах энергии, совершающихся в живых объектах, при наличии высокоорганизованных биологи-

\* Вследствие низкого квантового выхода флуоресценции фенилаланина в растворе (4% (!)) реабсорбция света этой флуоресценции триптофаном не могла обусловить наблюдаемый эффект, и он может быть объяснен переносом энергии от фенилаланина на триптофан.

ческих структур. Нами изучались спектры возбуждения флуоресценции живых дрожжей: при этом измерялась белковая люминесценция (применился светофильтр УФС-3). Полученный спектр возбуждения и спектр поглощения дрожжей *Saccharomyces vini* изображены на рис. 4, из которого

Таблица 2

Флуоресценция смешанных кристаллов фенилаланина и триптофана

	Осадки					Трипто- фан	Фенилала- нин	
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5			
Относительная эффективность линий: 254/280 м $\mu$ , (фильтр 1) %	132	140	119	114	107	100	—	
Спектральный состав флуоресценции (%) при возбуждении линиями	254 м $\mu$	27	28	29	25	26	36	3
	280 м $\mu$	26	25	23	24	25	35	5

Примечание. Осадки получены: №№ 1, 2 — осаждением ацетоном; №№ 3, 4, 5 — упариванием в вакууме; толщина пленки возрастает слева направо.

нетрудно видеть, что в спектре возбуждения имеется провал в области поглощения нуклеиновых кислот, что и следовало ожидать при предположении, что энергия, поглощенная последними, не передается на белок. Аналогичные кривые были получены для обычных пекарских дрожжей и микобактерии *Mycobacterium restrictum*. Из сказанного можно сделать вывод, что электронная энергия возбуждения не может передаваться от пуриновых и пиримидиновых оснований нуклеиновых кислот на ароматические группы белков.

Накопившийся в настоящее время экспериментальный материал позволяет уже с известной уверенностью утверждать, что в пределах одной белковой молекулы возможна миграция энергии, осуществляющаяся по механизму индуктивного резонанса от поглощающей свет группы к акцептору энергии. Это, разумеется, не означает, что передача энергии в принципе не может осуществляться каким-либо другим бездиффузионным путем. Особенно заманчива возможность передачи энергии по триплетным уровням, которая была доказана для небиологических систем<sup>(10)</sup> и представляет большой биологический интерес вследствие высокой реакционной способности соединений, находящихся в триплетном состоянии<sup>(11)</sup>.

Пользуюсь возможностью выразить свою глубокую признательность акад. А. Н. Теренину и проф. А. А. Красновскому за постоянные консультации и внимание.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

Поступило  
16 V 1957

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 V. G. Shore, A. B. Pardee, Arch. Biochem. and Biophys., 60, 100 (1956).
- 2 Ю. А. Владимиров, С. В. Конев, Биофизика, 2, 3 (1957). 3 С. В. Конев, Тез. докл. на 2 Всесоюзн. конфер. по фотосинтезу, М., 1957. 4 J. Teale, R. Weberg, Biochem. J., 61, 203 (1957). 5 Th. Böcher, J. Kasperg, Biochem. and Biophys. Acta, 1, 21 (1947). 6 Th. Banister, Arch. Biochem. and Biophys., 49, 222 (1954).
- 7 V. G. Shore, A. B. Pardee, Arch. Biochem. and Biophys., 62, 355 (1956). 8 Ю. А. Владимиров, Тез. докл. на 2 Всесоюзн. конфер. по фотосинтезу, М., 1957.
- 9 В. Л. Левшин. Фотолюминесценция жидких и твердых веществ, М., 1951.
- 10 А. Н. Теренин, В. Л. Ермолаев. ДАН, 88, 547 (1952); Trans. Farad. Soc., 52, 1042 (1956).
- 11 А. Н. Теренин, Фотохимия красителей и родственных органических соединений, М., 1947.

Доклады Академии наук СССР  
1957. Том 116, № 5

БИОФИЗИКА

З. Н. ФАЛЕЕВА

ДИНАМИКА КЛЕТОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ  
КРОВИ МЫШЕЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ  
В УСЛОВИЯХ ЭКРАНИРОВАНИЯ КОНЕЧНОСТИ  
И ЛОКАЛЬНОГО ЕЕ ОБЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Л. А. Штерн 30 V 1957)

Данные о терапевтическом эффекте инъекций неповрежденного костного мозга облученным животным (1-4) указывали на благотворное влияние интактного мозга при лучевом повреждении животного организма. Об этом же свидетельствовали результаты опытов, в которых при дозах, летальных при общем облучении, выживала часть животных с экранированными 1-2 конечностями (5-6). Некоторые авторы отмечают даже при локальных воздействиях изменения, специфичные для действия ионизирующей радиации (7).

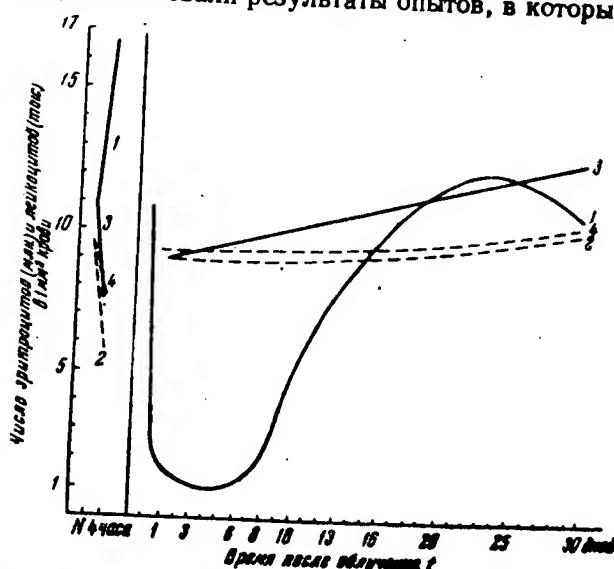


Рис. 1. Количество форменных элементов в 1 мм<sup>3</sup> крови в разные сроки после общего облучения дозой 700 г с экранированием одной конечности (1 и 2) и после ее локального облучения такой же дозой (3 и 4). 1 и 3 — лейкоциты, 2 и 4 — эритроциты

нировании их при общем облучении животных — с другой, сходны с таковой при общем облучении.

Объектом исследования служили взрослые белые мыши весом 18—20 г. Защита от облучения осуществлялась свинцовыми экранами толщиной 3 мм. Облучение производилось однократно рентгеновскими лучами в дозе 700 г при следующих условиях: напряжение 170 кв, ток 10 ма, расстояние 22 см, фильтр 0,5 мм Cu + 0,75 мм Al, мощность дозы 51,7—58 г/мин.

Кровь для исследования бралась из сосудов хвоста на протяжении 1 мес. после облучения. На каждый срок было использовано не менее четырех мышей. Для установления лейкоцитарной формулы приготавливались мазки, которые фиксировались метиловым спиртом и окрашивались азур-эозином в модификации Максимова. Для каждого животного просчитывалось 200 клеток и брались средние для четырех животных, исследованных на этот срок. Морфологические изменения в крови подопытных животных прослежи-

F. A. Vladimirov (1959)

Fluor. spectra of arom. a. a. in 0.1M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (pH = 8.2) are illustr in Fig. 1. The max Fl. of tyr. (302 mu) & the 1st max of trypt (346 mu) are close to the maxima found by Teale & Weber (303 & 348 mu)

77 -

Известия Академии наук СССР  
Серия физическая  
т. XXIII, № 1, 1959 г.

МАТЕРИАЛЫ VI СОВЕЩАНИЯ ПО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ  
(МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ)  
(Ленинград, 17—23 февраля 1958 г.)

Ю. А. Владимиров

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ  
В РАСТВОРАХ, КРИСТАЛЛАХ И БЕЛКАХ

F. A. Vladimirov

The Fluorescence of Aromatic  
Amino Acids in Solution —  
Crystals and Proteins

## ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Т. XXIII, № 1 СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ 1959

Ю. А. ВЛАДИМИРОВ

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОКИСЛОТ  
В РАСТВОРАХ, КРИСТАЛЛАХ И БЕЛКАХ

Изучение флуоресценции веществ, как известно, дает возможность не только судить о состоянии молекул в системе, но и позволяет исследовать энергетические взаимодействия между молекулами.

В предыдущем исследовании было показано, что присоединение к молекуле гемоглобина флуоресцирующего красителя делает возможной миграцию энергии кванта света с красителя на гемиевую группу, что приводит к отщеплению от последней окиси углерода [1]. Была предположена возможность резонансной миграции энергии между молекулами ароматических аминокислот в пределах всякой белковой молекулы. В концентрированных растворах тирозина и триптофана наблюдалось концентрационное тушение флуоресценции, которого не обнаруживалось в кристаллах аминокислот [2]. Представляло интерес изучить спектры флуоресценции аминокислот в упомянутых системах для выяснения возможности их энергетического взаимодействия.

Исследование спектров флуоресценции растворов аминокислот произошло Boуманом и др. [3], более точные измерения были сделаны Тилом и Вебером [4]. Нами использовалась установка, состоящая из монохроматора СФ-4, фотоумножителя ФЭУ-18, двухкаскадного избирательного усилителя и осциллографа 90-7 в качестве пикового вольтметра. Усилитель представлял собой первые два каскада усилителя Сущинского [5]. Флуоресценция возбуждалась светом ртутно-кварцевой лампы высокого давления ПРК-7 (1000 Вт), пропущенным через газовый хлор-бронный фильтр. Объект освещался спереди. Поглощение растворов не превышало 0,1—0,2; поглощение кристаллов равнялось единице. Исследовались спектры флуоресценции растворов и порошков аминокислот: тирозина, триптофана и фенилаланина, а также растворов белков: зеина, арахина, сывороточного альбумина человека и яичного альбумина. Были использованы следующие обозначения  $n_{\lambda}$ ,  $\frac{\text{кванты}}{\Delta\lambda}$  — интенсивность флуоресценции с поправкой на спектральную чувствительность прибора;  $T = 1 - \frac{I}{I_0}$  — поглощение возбуждающего света исследуемым раствором.

Спектры флуоресценции ароматических аминокислот в растворе 0,1 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> изображены на рис. 1. Максимумы флуоресценции тирозина (302 мкм) и первый максимум триптофана (346 мкм) близки к максимумам, найденным Тилом и Вебером (303 и 348 мкм). Второй, расплывчатый, максимум флуоресценции триптофана (360—365 мкм) обусловлен, возможно, тем, что нами использовался радиотриптофан, тогда как Тил и Вебер использовали *l*-триптофан. Найденный Тилом и Вебером максимум фенилаланина (282 мкм) в наших измерениях оказался состоящим из трех небольших максимумов: 282, 285 и 289 мкм, кроме того, намечается максимум при 303—305 мкм. Эти четыре максимума флуоресценции фенилаланина соответствуют четырем максимумам его поглощения: 283,5; 258; 252 и 247 мкм. Характерно, что в кристаллах фенилаланина также наблюдаются четыре максимума флуоресценции (рис. 2).

## Флуоресценция ароматических аминокислот в растворах, кристаллах и белках 87

Исследование спектров флуоресценции порошков аминокислот затруднено влиянием реабсорбции. Тем не менее из рис. 2 видно, что флуоресценция кристаллических аминокислот отличается по спектру от флуоресценции растворов: в случае фенилаланина наблюдается длинноволновый

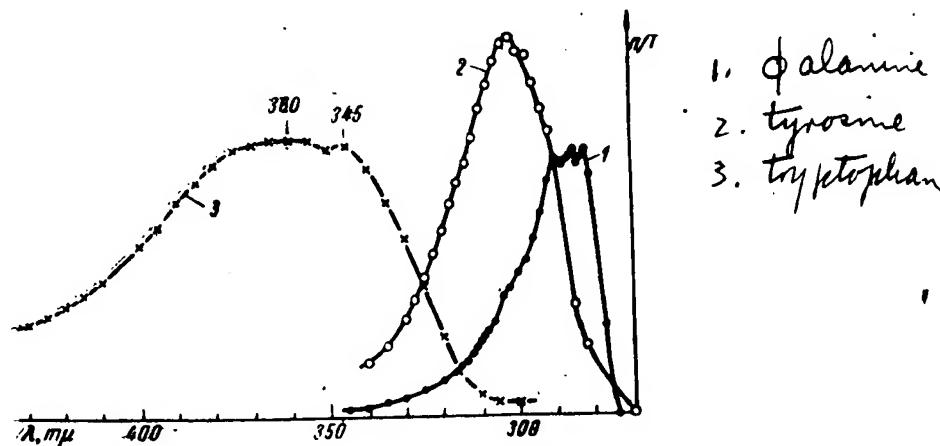


Рис. 1. Спектры флуоресценции растворов в 0,1 M  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (рН = 8,2): 1 — фенилаланина, 2 — тирозина, 3 — триптофана

сдвиг всех четырех максимумов флуоресценции, в случае триптофана максимум флуоресценции сильно сдвинут в кристаллах в коротковолновую область. Действительный коротковолновый сдвиг флуоресценции тиро-

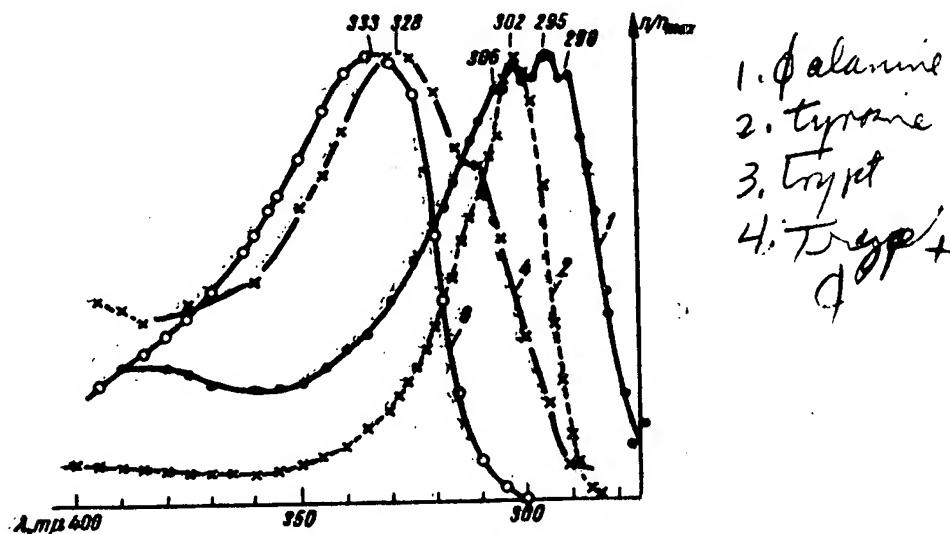


Рис. 2. Спектры флуоресценции порошков: 1 — фенилаланина, 2 — тирозина, 3 — триптофана, 4 — смешанных кристаллов 1 и 3

зина и триптофана, очевидно, больше наблюдалось, поскольку эффект реабсорбции был в этих опытах довольно значительным (полное поглощение возбуждающего света).

При изучении спектров возбуждения триптофановой флуоресценции в смешанных кристаллах фенилаланина и триптофана была показана воз-

можность сенсибилизированной фенилаланином флуоресценции триптофана [2]. Спектр флуоресценции такого порошка фенилаланина с небольшой примесью триптофана (триптофаном заглохалось менее 0,1 возбуждающего света) изображен на рис. 2. Нетрудно видеть, что флуоресцен-

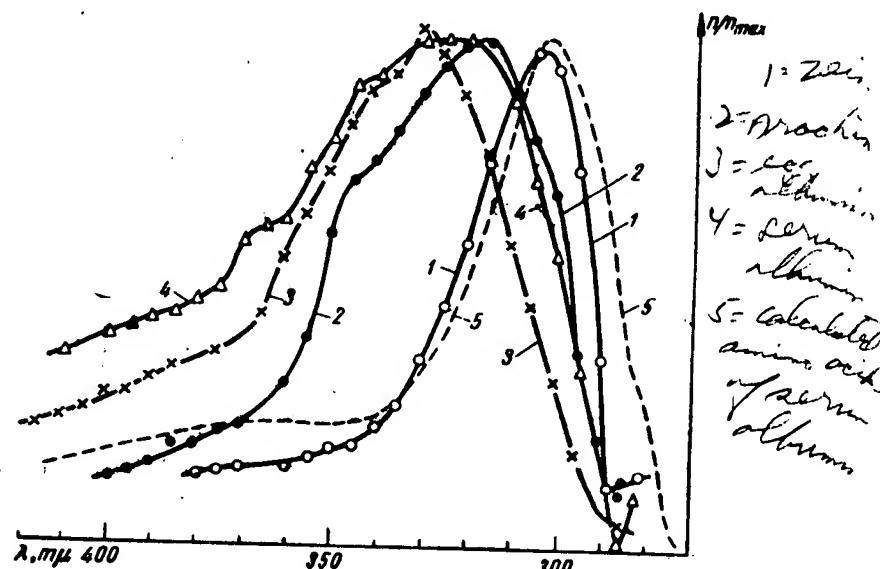


Рис. 3. Спектры флуоресценции растворов: 1 — зеина, 2 — арахиса, 3 — яичного альбумина, 4 — сывороточного альбумина, 5 — синтетический аминокислотный альбумин (рассчитано)

ция таких смешанных кристаллов принадлежит практически одному триптофану, что подтверждает вывод, полученный ранее путем измерения спектров возбуждения, о миграции энергии в смешанных кристаллах этих аминокислот.

Результаты измерения спектров флуоресценции четырех белков приведены на рис. 3. Ни в одном случае не наблюдается максимумов, свойственных фенилаланину; максимум 304  $\mu\text{m}$ , характерный для тирозина, отчетливо выражен лишь у зеина — белка, не содержащего триптофана. Яичный и сывороточный альбумины имеют по одному, хорошо выраженному максимуму при 329 и 325  $\mu\text{m}$ . Арахис имеет отчетливый максимум при 317  $\mu\text{m}$  и два более слабых при 300 и 345  $\mu\text{m}$ . Хотя полная интерпретация полученных данных становится возможной лишь после более подробного изучения флуоресценции многих белков, здесь нельзя не отметить некоторых особенностей наблюдаемых спектров. Прежде всего при включении тирозина в пептидную цепочку спектр его флуоресценции, по-видимому, существенно не меняется. Так, у глицил-тирозина максимум флуоресценции в растворе был найден при 304  $\mu\text{m}$ , этот же максимум наблюдается и в зеине, содержащем 29 молекул тирозина на молекулу белка и не содержащем триптофана. С другой стороны, максимумы флуоресценции арахиса, яичного и сывороточного альбуминов, т. е. белков, содержащих триптофан, лежат в более длинноволновой области (317—329  $\mu\text{m}$ ). Можно думать, что флуоресценция в этой области присуща триптофану в молекуле белка, где она близка по спектру к флуоресценции триптофана, входящего в кристаллическую решетку (327  $\mu\text{m}$ ).

Сравнение найденных в опыта спектров флуоресценции белков с рассчитанными спектрами смесей составляющих аминокислот (рис. 3 и таблица) показывает, что флуоресценция белков распределяется в основном флуоресценцией триптофана, тогда как на основании аминокислотного

Флуоресценция ароматических аминокислот в белках 89

## Флуоресценция ароматических аминокислот в белках

Белок	Число молекул аминокислоты в молекуле белка [6]			$\frac{n_{\text{фл}}}{n_{\text{тиро}}}$		$\frac{n_{\text{фл}}}{n_{\text{трип}}}$	
	фенил- аланин	тироzin	триптофан	A	B	A	B
Зеф	44	29	0	0,30	0,13	0,29	0,21
Арахис	42	31	8	0,35	0,10	0,53	0,95
Яичный альбумин	21	9	3	0,34	0,10	1,11	2,20
Сывероточный альбумин	33	18	1	0,32	0,18	0,25	1,53

Приложение. — результаты спектрной (рис. 3), — результаты измерения аминокислот в белке [6]. *calculated for amino acids content*

составе белков [6] можно было предположить, что в белке флуоресценция размытого ряда будет играть тирозин.

На всех изученных белковах этого пакета самым простым нам кажется предположение о миграции энергии с фенилаланина на тирозин и триптофан в сопряжении с триптофаном в молекуле белка.

Приложу глубокую благодарность А. Н. Тарасину и А. А. Красновскому за руководство работой.

## Литературная литература

1. Владиленов Ю. А., Биохимия, МГУ, 1957.
2. Владиленов Ю. А., Докт. Акад. СССР, №4, 760 (1957).
3. Ноунзин А. Л., Canfield R. A., Uderfriend S., Science, 122, 32 (1955).
4. Table R. W. J., Weber G., Biorhys. J., 15, 478 (1957).
5. Гущинский М. И., Ж. физиол. и физ., 20, 39 (1950).
6. Основы химии белковых веществ, под ред. Г. Вильямса и Р. Симона. М., 1958.